

**Análise de processo de uma microempresa do setor moveleiro via modelagem conceitual e simulação dinâmica**

**Process analysis of a furniture micro-enterprise by conceptual modeling and dynamic simulation**

**Análisis de procesos de una microempresa del sector maderero por modelo conceptual y simulación dinámica**

Recebido: 27/11/2019 | Revisado: 29/11/2019 | Aceito: 29/11/2019 | Publicado: 04/12/2019

**Ícaro Souza Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8728-4493>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [icarosribeiro@gmail.com](mailto:icarosribeiro@gmail.com)

**Carlos Augusto de Souza Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8826-1528>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: [carlosoliveira@unifei.edu.br](mailto:carlosoliveira@unifei.edu.br)

**Resumo**

Este artigo tem como objetivo a avaliação do *layout* atual do chão de fábrica de uma microempresa do setor moveleiro em Itabira-MG. O processo de fabricação escolhido foi o de mesas em *Medium-Density Fiberboard* (MDF). A análise foi feita por meio da modelagem conceitual denominada IDEF-SIM e simulação dinâmica através do *software* FlexSim. Os resultados comprovam a utilização intensa de mão de obra e reduzido dinamismo tecnológico, aspectos que são frequente em empresas de produção sob encomenda do setor, além de sugerir novos estudos de arranjo físico para alavancar a produtividade da empresa.

**Palavras-chave:** Simulação; Moveleiro; Processo.

**Abstract**

This article aims to evaluate the current layout of a furniture make-to-order shop floor in Itabira-MG. The chosen process was the manufacturing of Medium-Density Fiberboard (MDF) tables. The analysis is done through conceptual modeling called IDEF-SIM and dynamic simulation through the software FlexSim. The results prove the intense use of labor

that is frequent in make-to-order production companies of the sector and suggests new studies of physical arrangement to optimize the productivity of the company.

**Keywords:** Simulation; Furniture; Process.

## Resumen

Este artículo tiene como objetivo evaluar el diseño actual del piso de la fábrica de una microempresa de la industria maderera en Itabira-MG. El proceso de fabricación elegido fue el de las mesas de *Medium-Density Fiberboard* (MDF). El análisis se realiza a través del modelado conceptual llamado IDEF-SIM y la simulación dinámica a través del software FlexSim. Los resultados demuestran el intenso uso de mano de obra que es frecuente en las empresas de producción a medida del sector y sugiere nuevos estudios de disposición física para optimizar la productividad de la empresa.

**Palabras clave:** Simulación; Maderero; Proceso.

## 1. Introdução

A simulação é uma técnica utilizada não somente para a avaliação de novos sistemas, mas também para mudanças físicas de *layout* e processos existentes. Desta maneira, os gestores podem conhecer melhor o processo das organizações na tomada de decisões (Miyake & Sakurada, 2009). A simulação também auxilia na remoção de desperdícios, aumento de receita e até mesmo venda de ideias, principalmente se a simulação for realizada por meio de *software* com gráficos em 3D (Nordgren, 2003).

Dentre os diversos *softwares* existentes no mercado para simulação dinâmica de ambiente produtivos, se destaca o *software* FlexSim. Este permite melhor visualização do chão de fábrica e do processo em questão, o que permite ao usuário a avaliação de aspectos importantes como disposição das máquinas utilizadas, fluxo percorrido pelos materiais durante o processo, tempo e distância percorrida pelos operadores, dentre outros (Nordgren, 2003).

No tocante às fases do projeto de simulação, está a construção do modelo conceitual. Nesta etapa, as informações analisadas são os processos, tempos, regras, recursos e conexões lógicas (Mendonça, Miranda & Montevechi, 2013). Assim, para melhor visualização do processo produtivo, modelos conceituais com a técnica de modelagem denominada IDEF-

SIM podem ser utilizados. Desta forma, a combinação entre teoria e prática para simulação de processos por meio do FlexSim se torna um grande potencial de análise para o estudo em ambientes produtivos.

Assim, esse trabalho tem como objetivo a avaliação do *layout* atual do chão de fábrica do objeto de estudo, via modelagem conceitual e simulação dinâmica, para um processo produtivo determinado em uma microempresa do setor moveleiro de Itabira-MG.

## 2. Metodologia

Analisando-se o objetivo, o objeto de estudo e a necessidade de avaliar desperdícios, o estudo de caso destaca-se como o método de pesquisa mais adequado para esse estudo. O presente estudo de caso tem natureza exploratória, uma vez que objetiva desenvolver proposições pertinentes às inquições (Yin, 2010), e qualitativa, pois a interpretação dos autores com suas opiniões sobre os fenômenos estudados é importante, além de coleta direta de dados (Pereira et al., 2018). Segundo Yin (2010), o estudo de caso é recomendado quando os pesquisadores lidam com questões de “como” e “por quê” e não possuem ou tem pouca interferência nos fenômenos pesquisados. A coleta de dados foi realizada *in loco* pelos autores na empresa estudada mediante observação direta e cronoanálise das tarefas elencadas adiante. As análises do processo produtivo foram realizadas via modelagem conceitual IDEF-SIM e *software* FlexSim.

## 3. Contextualização

### a) Objeto de estudo

O objeto de estudo atua no ramo moveleiro desde 1988 na cidade de Itabira-MG. A maioria das atividades é voltada para a produção de móveis planejados retilíneos utilizando chapas de *Medium-Density Fiberboard* (MDF). Toda sua estrutura possui cerca de 500 m<sup>2</sup>. O quadro de funcionários é inferior a quinze e o faturamento anual é até R\$ 360.000,00, caracterizando uma microempresa (SEBRAE, 2019).

O arranjo físico da empresa é do tipo funcional, uma vez que as máquinas e ferramentas são agrupadas segundo o tipo de processo de manufatura, o que resulta em flexibilidade dos fluxos de produção (Costa, 2004). Desta maneira, como a produção é regida

por demandas sob encomenda, cada pedido de cliente segue seu próprio processo de fabricação.

O processo produtivo estudado foi a fabricação de sete mesas encomendadas para uso recreativo. Vale mencionar que nesse mesmo objeto de estudo, Ribeiro (2019) utilizou a família de produtos referente à fabricação de cozinhas planejadas em sua pesquisa. Contudo, nesse artigo o processo produtivo de mesas foi escolhido mediante requisição da alta direção da empresa. As mesas são produzidas a partir de uma única chapa de MDF que são divididas em sete peças menores utilizadas para fixação na parede e outras sete que fazem a função de tampo da mesa, conforme Figura 1.

Figura 1 – Identificação das peças da mesa.



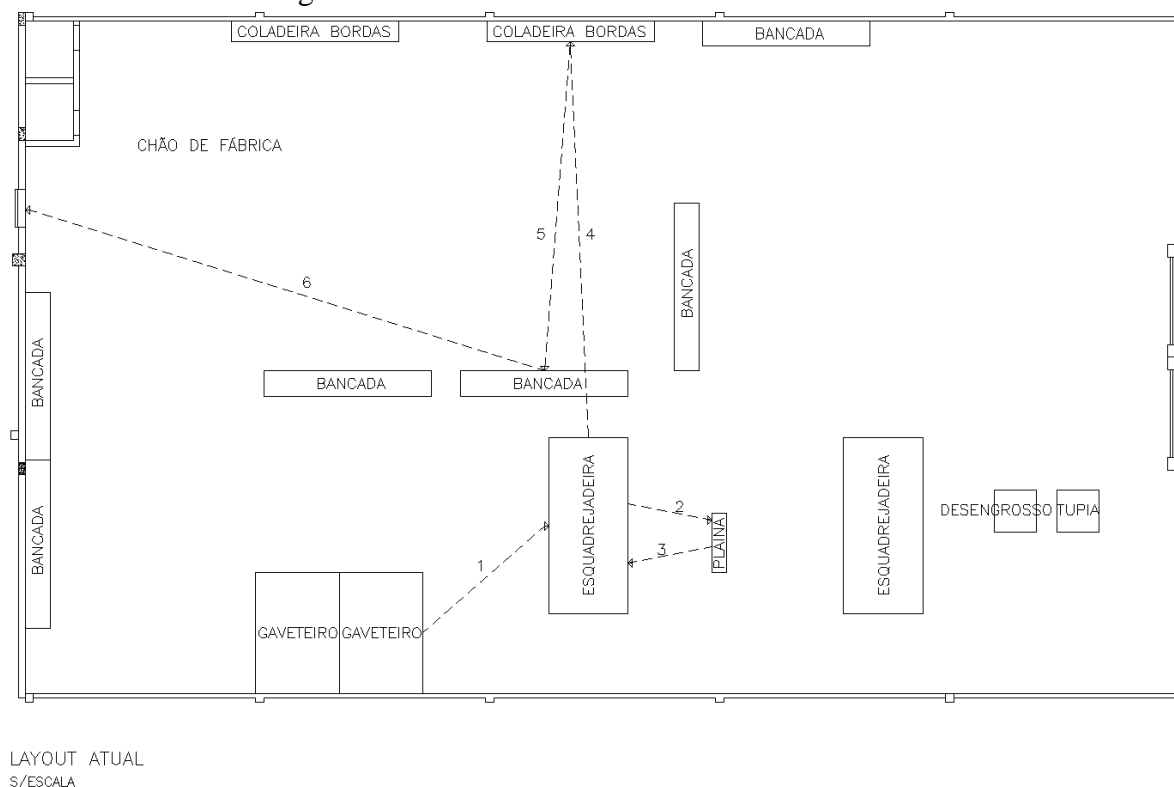
Fonte: Elaborado pelos autores.

Percebe-se que por meio da Figura 1, que para a montagem das mesas no local destinado pelo cliente necessita-se instalar um tubo metálico vertical para suporte da mesa. Esse tubo é fixado na parte inferior da Peça 2, que é parafusada na Peça 1. Esta última, é parafusada na parede, e a mesa fica pronta para utilização. Entretanto, ressalta-se que a análise detalhada do processo de montagem não compõe o escopo desse estudo.

#### **b) Fluxo do processo produtivo**

A planta do chão de fábrica, com suas respectivas máquinas e instalações, é apresentada na Figura 2, na qual pode-se observar as linhas tracejadas que indicam o fluxo de matéria-prima, que será detalhado adiante.

Figura 2 – Planta baixa do chão de fábrica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O fluxo do processo produtivo se inicia com a retirada das chapas de MDF do estoque de chapas denominado na fábrica como “gaveteiro” e segue para a serra esquadrejadeira onde a chapa será cortada em 14 peças menores conforme projeto elaborado pela equipe técnica. Em seguida, as peças seguem para a plaina de mesa onde ocorre o desbaste lateral e obtenção das dimensões previamente estabelecidas das peças. Posteriormente, as peças seguem para a coladeira de bordas onde irão receber as fitas de borda em PVC (Policloreto de Vinila) para fins de proteção e estética. Finalmente, as peças são levadas para a bancada de trabalho onde o marceneiro responsável confere se elas se encontram conforme o projeto além de fazer a limpeza das mesmas e colocar no depósito.

As etapas mencionadas na Figura 2 estão dispostas na Tabela 1, na qual se observa as atividades desempenhadas para a confecção das mesas no chão de fábrica bem como os tempos necessários para cada etapa, obtidos em campo.

Tabela 1 – Descrição de atividades para confecção das mesas em MDF.

<b>Etap</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tempo (min)</b>
1	Gaveteiro	0
	Movimento	0,8
2	Serra esquadrejadeira	3
	Movimento	0,5

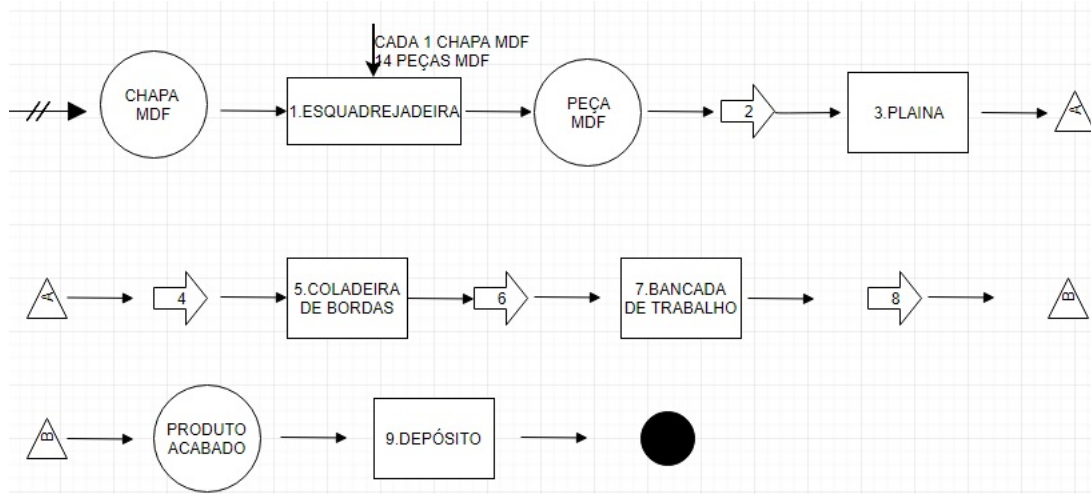
3	Plaina de mesa	3
	Movimento	0,5
4	Coladeira de bordas	4
	Movimento	1
5	Bancada de trabalho	2
	Movimento	2
6	Depósito	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Percebe-se pela análise dos dados da Tabela 1, que a Etapa 4, correspondente ao processo de colagem de fitas PVC nas bordas das peças de MDF, é a atividade que mais demanda tempo no processo produtivo analisado. Ademais, dentre as etapas do processo produtivo, essa é a segunda atividade que mais consome tempo de movimentação de operador e estoques intermediários.

As atividades descritas na Tabela 1 foram dispostas no modelo conceitual representado na Figura 3 por meio da técnica de modelagem denominada IDEF-SIM.

Figura 3 – Modelo conceitual do projeto segundo metodologia do IDEF-SIM.



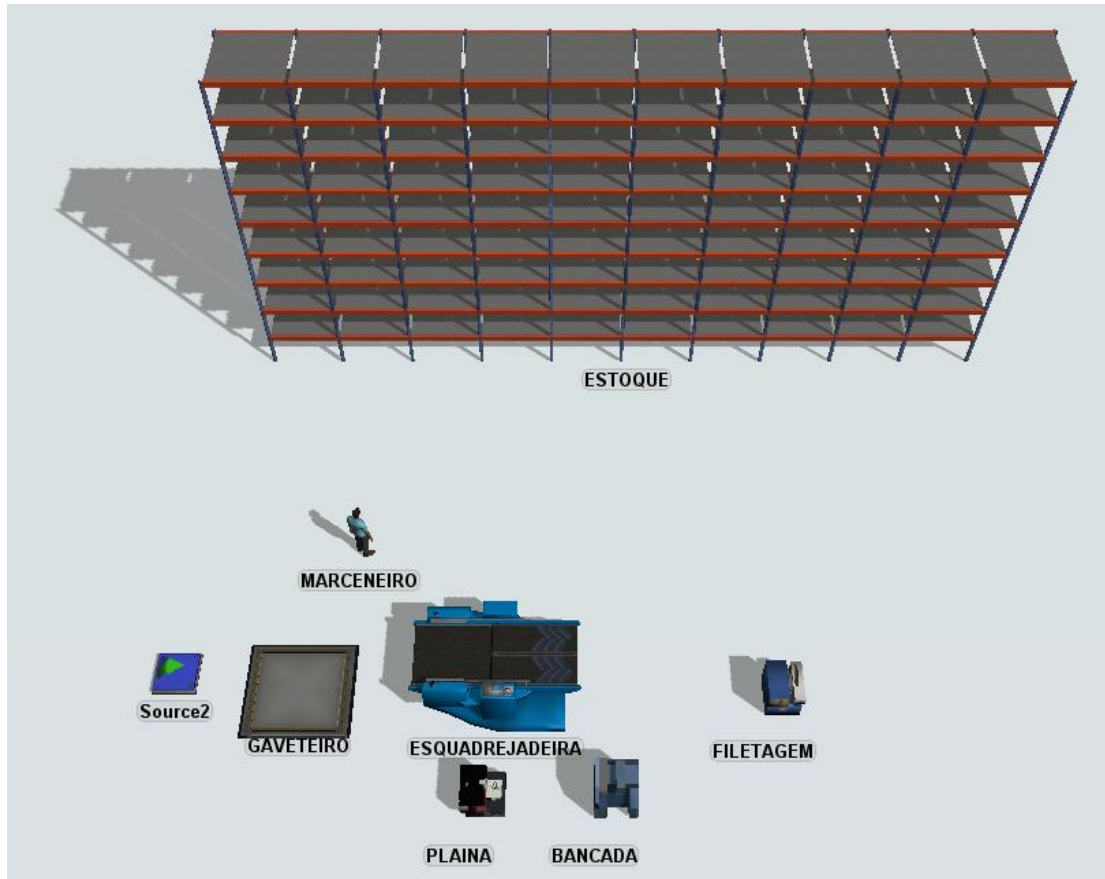
Fonte: Elaborado pelos autores.

Percebe-se na Figura 3, a facilidade de interpretação dos símbolos e aplicação rápida e fácil da técnica IDEF-SIM, que é proveniente da combinação das técnicas *Business Process Modeling* (BPM), IDEF0 e IDEF3, segundo Mendonça, Miranda & Montevechi (2013).

### c) Simulação 3D do processo produtivo

A partir do conhecimento prévio do espaço físico da empresa e das distâncias entre as máquinas e com o modelo conceitual em mãos, a modelagem 3D foi elaborada com o *software* FlexSim conforme Figura 4.

Figura 4 – Modelagem 3D elaborada no FlexSim.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Embora os desenhos gráficos exatos que representam as máquinas da empresa não foram encontrados, optou-se em utilizar itens diferentes na Figura 4 para cada máquina a fim de melhorar a visualização de todo o processo bem como aumentar a afinidade com o *software* por parte dos pesquisadores. Ressalta-se que as distâncias entre os equipamentos nessa etapa foram as mesmas distâncias obtidas no levantamento do *layout* da empresa (Figura 2), portanto, reais.

Quanto à classificação dos elementos na simulação, o gaveteiro foi classificado na simulação como local de filas (*queue*) e a esquadrejadeira utilizada foi classificada como separador (*separator*), uma vez que separa um chapa de MDF em 14 peças menores. A plaina

de mesa, a coladeira de fitas de PVC e a bancada de trabalho foram classificadas como processador (*processor*) e o marceneiro foi classificado como operador (*operator*).

A validação do modelo foi feita através da técnica face a face (SARGENT, 2010) por membro do corpo gestor da empresa estudada.

#### 4. Resultados e discussões

O tempo total de produção das sete mesas fornecido pelo FlexSim foi de 180,52 minutos, ou aproximadamente 3 horas.

A partir dos dados de saída gerados pelo *software*, é possível analisar aspectos importantes do projeto de simulação estudado. Alguns dados relevantes são apresentados a seguir na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados de saída das funções.

Funções	Aspecto analisado	Tempo (%)
GAVETEIRO	0	0
ESQUADREJADEIRA	Uso Bloqueado	84,8
PLAINA	Espera de Operador	38,5
FILETAGEM	Ociosidade	6,8
FILETAGEM	Processamento	31
BANCADA	Ociosidade	38,9
BANCADA	Processamento	15,5
MARCENEIRO	Ociosidade	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

É nítido perceber a partir da Tabela 2 a intensa utilização sob a qual atua a esquadrejadeira. Essa função se encontra cerca 85% do tempo bloqueada durante a confecção das mesas. A coladeira de fitas de borda (filetagem) obteve menor ociosidade que a bancada de trabalho (6,8% e 38,9% respectivamente) e maior processamento que a bancada de trabalho (31% e 15,5% respectivamente). Logo, conclui-se que seria interessante para este processo a troca de posições entre a coladeira de fitas de borda e a bancada de trabalho para o processo produtivo estudado.

A ociosidade do operador foi nula, revelando a intensa utilização de sua mão de obra. O marceneiro é responsável pelo *setup* e operação das máquinas, fabricação das mesas, e também pelo transporte de peças no chão de fábrica. Tais atividades revelam que, embora o potencial tecnológico das máquinas se mostre compatível com os principais concorrentes da



cidade, ele está abaixo das tecnologias voltadas para a indústria moveleira já existentes, como os centros de usinagens para móveis e seccionadoras.

## 5. Conclusões

Por meio deste estudo de simulação que representa um processo real do mercado de trabalho, conclui-se que em prol do reduzido dinamismo tecnológico na empresa estudada, a utilização de mão de obra é intensa, afirmando uma característica típica do setor moveleiro. Esse fato revela que a modernização do chão de fábrica é essencial para melhoria de aspectos de saúde e segurança dos colaboradores e tende a impactar positivamente na produtividade da empresa. Ademais, as ferramentas de simulação empregadas revelaram outros aspectos de interesse da empresa para o processo produtivo escolhido, como apresentado na Tabela 2.

Por fim, sugere-se para estudos futuros uma nova análise de cenário, inicialmente trocando a bancada e a coladeira de bordas de posição no *layout* do chão de fábrica, conforme concluído nesse trabalho. Outros estudos futuros podem incluir novos projetos de simulação para outros processos produtivos estudados na empresa, e podem até mesmo agregar valor à proposta de implementação de ferramentas *Lean* elaborada por Ribeiro (2019) no mesmo objeto de estudo.

## Referências

Costa, A.J. (2004). *Otimização do layout de produção de um processo de pintura de ônibus* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

Mendonça, M.M., Miranda, R.C. & Montevechi, J.A.B. (2013). *Aplicação da modelagem conceitual IDEF-SIM ao software de modelagem computacional SIMUL8: um caso prático. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.*

Miyake, D.I. & Sakurada, N. (2009). Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços. *Gestão & Produção*, 16 (1): 25-43.

Nordgren, W. B. (2013). *FlexSim Simulation Environment. Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference*, pp. 197-200. Disponível em:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/1761/fd8ae1fe814934a58e497259bac41bb76147.pdf> Acesso em: 29 nov. 2019.

Pereira, A.S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica. [e-book]*. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em:  
[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1). Acesso em: 29 nov. 2019.

Ribeiro, I.S. (2019). *Proposta de implementação de ferramentas Lean em uma microempresa do setor moveleiro de Itabira-MG*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Itabira, MG, Brasil.

Sargent, R.G. (2010). *Verification and validation of simulation models. Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, pp. 166-183. Disponível em: <https://www.informs-sim.org/wsc10papers/016.pdf> Acesso em: 29 nov. 2019.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2019). *Critérios de classificação de empresas: MEI - ME - EPP*. 2019. Disponível em: <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154> Acesso em: 29 nov. 2019.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Ícaro Souza Ribeiro – 80%

Carlos Augusto de Souza Oliveira – 20%